

PROSPEK INDUSTRI SERAT POLIPROPILENA di INDONESIA dan PROSES PEMBUATANNYA

Oleh : SUDIRMAN HABIBIE

INTISARI.

Serat adalah bahan baku utama industri tekstil, dan terdiri dari serat alam, sintetik dan semi sintetik. Yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah salah satu dari serat yang termasuk serat sintetik yaitu serat polipropilena.

Polipropilena adalah produk petrokimia yang diperoleh dengan jalan proses cracking dari gas alam atau naptha.

Propilena yang diperlukan untuk polimerisasi harus sangat murni, karena akan mempengaruhi pertumbuhan rantai polimer. Proses Ziegler—Natta digunakan untuk menghasilkan polipropilena isotaktik, karena polimer dengan susunan molekul yang teratur dapat dijadikan serat tekstil.

Serat-serat polipropilena dapat diproduksi dengan cara pemintalan leleh. Dan telah banyak dipasarkan dalam bentuk staple, monofilamen dan multifilamen.

Biasanya polipropilena digunakan untuk tali, carpet, selimut, namun dewasa ini digunakan sebagai bahan sandang, seperti: kemeja, kaos kaki, pakaian dalam, sarung dan selendang.

Nama dagang untuk benang polipropilena hasil dari Philips Fibers Corporation USA adalah Marvees, Polipropilena yang dihasilkan oleh ICI diberi nama Ulstron, sedangkan hasil produksi Pertamina diberi nama Polytam.

PENDAHULUAN.

Perkembangan industri tekstil akhir-akhir ini sangat pesat bila dilihat dari jumlah produksi yang telah dicapai, namun di pihak lain industri tekstil mengalami hambatan dalam pemasarannya. Secara singkat dapat dikatakan bahwa relatif telah terjadi kejenuhan dalam hal corak, bahan baku yang dipergunakan maupun jenis produk yang dihasilkan, sehingga mengalami kesulitan dalam pemasarannya.

Dengan demikian kemungkinan jalan pemecahan yang dapat dipilih untuk merangsang pembeli adalah dengan jalan mengadakan diversifikasi baik itu diversifikasi produk, pemasaran maupun bahan baku yang digunakan.

Salah satu jalan yang dapat ditempuh adalah membuat bahan baku/serat tekstil yang tergolong serat sintesis, seperti: poliester, poliamida, poliakrilat, polipropilena dan sebagainya, sehingga produk tekstil yang dapat dibuat, lebih luas macam dan pemakaiannya.

Penggunaan serat polipropilena sangat luas, hampir sama dengan serat-serat sintetik lainnya. Karena polipropilena mempunyai sifat-sifat khusus dan berat jenis yang sangat rendah (0,90 – 0,92), maka baik juga digunakan untuk perlengkapan rumah tangga dan alat-alat industri.

Selama ini kebutuhan serat polipropilena dalam negeri lebih kecil dari 3.000 ton/tahun, jumlah ini relatif kecil bila dibandingkan dengan produksi dunia yakni 411 ribu ton/tahun. Dengan adanya diversifikasi produk, maka tekstil yang menggunakan bahan baku serat polipropilena dengan segala kelebihan dan kekurangannya adalah merupakan suatu alternatif.

Polimerisasi dari propilena umumnya mengikuti proses Ziegler-Natta dan pertumbuhan rantai polimer dapat dikendalikan sehingga dihasilkan polipropilena isotaktik. Pada polimer isotaktik, semua gugus metil tersusun sangat teratur dan semua terletak pada sisi bidang yang sama dari rantai karbon utama. Polimer yang mempunyai susunan molekul seperti tersebut di atas dapat dijadikan serat-serat tekstil.

Pembuatan serat polipropilena dilakukan dengan cara pemintalan leleh, dihasilkan serat-serat dalam bentuk stapel, monofilamen dan multifilamen.

KEBUTUHAN SERAT POLIPROPILENA DI INDONESIA.

1. Sekilas tentang propilena.

Polipropilena adalah produk petrokimia yang diperoleh dengan jalan proses cracking dari gas alam atau naptha. Proses cracking menghasilkan propilena dan proses polimerisasi menghasilkan polipropilena. Proses

polimerisasi yang digunakan dalam pabrik polipropilena didasarkan pada proses Ziegler—Natta selanjutnya dikembangkan oleh pabrik-pabrik dari patent. Beberapa patent proses yang diketahui adalah Montecani proses, Montedison proses, BASF proses, Hercules proses, Sumitomo proses dan Philips proses.

Polipropilena sekarang ini terutama digunakan sebagai bahan baku untuk industri plastik. Ini dibagi dalam beberapa grade menurut penggunaan :

- Injection Grade PP :
untuk membuat ember, peti botol minuman, kotak TV, pipa AC, komponen untuk mesin cuci, kemasan kosmetik.
- Yarn Grade PP :
untuk membuat sak plastik, sedotan, rafia, karpet (tekstil).
- Film Grade PP :
untuk tas plastik.

Type polipropilena yang banyak digunakan di Indonesia adalah Yarn Grade dan Film Grade Polipropilena. Menurut salah satu importir PP, 80% PP digunakan Yarn Grade dan Film Grade dan hanya 20% Injection Grade.

2. Industri Dalam Negeri.

Peranan industri lokal dalam memenuhi permintaan polipropilena hampir tidak berarti, pabrik yang dikelola oleh Pertamina tidak berkembang dan dilaporkan telah berhenti berproduksi. Pabrik polipropilena ini berlokasi di Plaju, beroperasi komersial tahun 1973, yang terdiri dari pabrik pemurnian propilena dan pabrik polimerisasi untuk pengolahan propilena. Pabrik pemurnian PP didisain oleh L.H. Manderstam & partners dan konstruksinya oleh Pertamina.

Pabrik polimerisasi menggunakan patent Phillips Petroleum Coy, didisain oleh Bechtel International Ltd. (London) dan konstruksinya oleh sub-kontraktor PT. Teknik Umum. Pabrik ini direncanakan beroperasi dengan kapasitas produksi 20.000 ton PP setahun, namun selama berdirinya hanya dapat mencapai 7.000 ton PP setahun atau 30% dari kapasitas produksi sehingga tidak dapat mencapai Break Even Point tetapi menderita kerugian. Karena beroperasi tidak continue, pabrik ini dilaporkan berhenti berproduksi pada tahun 1982.

Menurut sumber BKPM, empat buah perusahaan mempunyai minat mendirikan pabrik Polipropilena yaitu PT. Wangsa Wiradaya Wahid dan PT. Ubertraco Holding Co., serta PT. Merak Fiber Industries dan PT. Sungilindo Jaya Makmur, yang mana dua perusahaan yang terakhir khusus memproduksi serat polipropilena.

3. Produksi Serat Propilena Dunia.

Serat Olefin yang utama adalah Polipropilena. Pada tahun 1961 produksi benang dan staple olefin sebesar 9480 ton, tetapi pada tahun 1983 produksi serat olefin meningkat menjadi 411 ribu ton, hal ini mengalami peningkatan sebesar 4000%. Sebagian terbesar konsumsi serat polipropilena digunakan untuk 4 (empat) bidang yakni :

- karpet dan permadani
- barang-barang yang tidak ditenun
- tali temali
- tas dan kantong

Pada tahun-tahun terakhir ini pengembangan pemakaian Polipropilena mengarah kepada penggunaan untuk kain pelapis/pemalut. Menurut Edward Szlosberg Direktur pengembangan pemasaran Philips Fibers, bahwa penggunaan serat Polipropilena sebagai kain pelapis/pemalut meningkat dramatis, yakni dari 20 ribu ton tahun 1982 menjadi 29,5 ribu ton tahun 1983.

Faktor-faktor yang memperbesar peningkatan pemakaian yang tinggi adalah sifat-sifat yang baik dari polipropilena terutama,

- covering power (daya tutup)
- strength (kekuatan)
- abrasion resistance (tahan gesek)
- harga yang murah
- mudah dicelup.

Disamping sebagai kain pemalut/pelapis, PP juga banyak dipergunakan untuk kaos kaki (lihat gambar 1). Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa konsumsi serat olefin untuk kaos kaki lebih tinggi dibandingkan dengan serat-serat lain seperti cotton, nylon, poliester, rayon, wool, acrylic dan acetat.

4. Kebutuhan Serat Polipropilena di Indonesia.

Dari data yang telah dihimpun dari berbagai sumber dapat diketahui bahwa total pemakaian serat secara umum naik dari tahun ke tahun sesuai dengan naiknya konsumsi tekstil setiap tahun. Kenaikan konsumsi tersebut disebabkan karena pertambahan penduduk maupun kenaikan pendapatan.

Apabila pada awal Pelita I konsumsi serat tekstil perkapita diperkirakan ± 1 kg, maka pada akhir Pelita III, konsumsi tekstil perkapita telah meningkat menjadi ± 2 kg per kapita, atau sekitar 350 ribu ton, untuk penduduk ± 162 juta, dengan perincian seperti tersebut pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1
Perkiraan Kebutuhan Serat Tekstil
pada akhir Pelita III

| Jenis Serat | Jumlah (ribuan ton) | Persen (%) |
|---------------------------------------|---------------------|--------------|
| 1. K a p a s | 150 | 42,9 |
| 2. Poliester | 125 | 35,7 |
| 3. Poliamida | 12 | 3,4 |
| 4. Poliakrilat | 20 | 5,7 |
| 5. Rayon viskosa | 40 | 11,4 |
| 6. Lain-lain (termasuk polipropilena) | 3 | 0,9 |
| J u m l a h | 350 | 100,0 |

Sumber : Seminar Dyestuff Untuk Industri Tekstil, 11 Des. 1984.

Serat-serat yang dipergunakan untuk tekstil terutama adalah: kapas, poliester, poliamida, poliakrilat dan rayon viskosa. Serat-serat lain dalam jumlah kecil adalah sutera, wool, propilena dunia tahun 1983 sebesar 411 ribu ton, dimana kebutuhan dalam negeri hanya di bawah 3 ribu ton dalam waktu yang sama, maka diperkirakan pada tahun-tahun mendatang kebutuhan ini akan meningkat.

Dengan memperhatikan bahan baku polipropilena yang banyak tersedia yakni produk samping dari pengilangan minyak disamping itu dengan adanya teknologi radiasi dalam polimerisasi, maka tidak mustahil akan diperoleh serat polipropilena yang mempunyai sifat-sifat istimewa dengan harga yang relatif murah.

PEMBUATAN SERAT POLIPROPILENA.

Usaha mula-mula untuk mempolimerisasikan propilena adalah dengan menggunakan proses tekanan tinggi, dan menghasilkan cairan berminyak atau padatan seperti karet yang sama sekali tidak mempunyai nilai komersil. Sementara itu di Italia, Professor Natta telah melakukan penyelidikan tentang pemakaian katalis tipe Ziegler, sebagai contoh ditemukan bahwa bila pada katalis tipe Ziegler $Al(C_2H_5)_3$ ditambahkan $TiCl_4$ maka $TiCl_4$ digantikan oleh $TiCl_3$, yang mana menghasilkan polimer kristalin dari propilena.

Katalis stereo-spesifik berfungsi mengontrol posisi tiap monomer, sehingga kedudukan dari unit-unit monomer propilena menjadi teratur.

Penemuan dari Professor Natta ini terus dikembangkan oleh para ahli dan semenjak itu polimer dengan struktur ruang tertentu diproduksi secara sintetik.

Pembuatan serat polipropilena dibagi dalam 3 tahap yaitu :

- Pemurnian propilena dan pembuatan polipropilena
- Pembuatan pellet
- Pembuatan serat polipropilena.

A. PEMURNIAN PROPILENA DAN PEMBUATAN POLIPROPILENA.

1. Persiapan dan Pemurnian Propilena.

Propilena ialah $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ berupa gas, dan mendidih pada suhu -48°C (tekanan atmosfer). Secara komersial diperoleh dari penyulingan gas dengan cara destilasi campuran propana – propilena.

Propilena yang diperlukan untuk polimerisasi harus sangat murni, tidak boleh ada air karena air dapat merusak katalis.

Gas propilena yang belum dimurnikan mempunyai komposisi sebagai berikut (tabel 2.) :

Tabel 2.
Komposisi Gas Propilena

| Hidrokarbon | % (berat) |
|------------------------------------|-------------|
| Metana (CH_4) | 0,0 – 0,5 |
| Etilena (C_2H_4) | 0,7 – 2,0 |
| Etana (C_2H_6) | 1,4 – 6,0 |
| Propilena | 37,0 – 55,0 |
| Propana | 27,5 – 44,5 |
| C_4 dan hidrokarbon lain | 0,5 – 11,2 |

Sumber :

Polypropylene plant, PERTAMINA unit pengolahan Plaju, oleh Ir. Joko Hernowo Cs. Mei 1973.

Untuk menghilangkan zat-zat yang tidak diperlukan maka gas propilena tadi dilakukan proses pemurnian sebagai berikut :

- Ekstraksi dietanol amina (DEA)

Gas propilena dengan komposisi seperti disebutkan di atas (tabel 2) di

ekstraksi dengan dietanol amina, yang bertugas untuk menghilangkan karbonil sulfide (COS), CO, H₂S dan lainnya.

b. Ekstraksi soda kostik.

Pengekstrasian dengan larutan soda kostik bertugas menghilangkan senyawa-senyawa H₂S, CO₂ dan lain-lain yang masih tertinggal. Konsentrasi larutan soda kostik, digunakan sandfilter yang bertugas menangkap kelebihan soda kostik yang terkandung di dalam hidrokarbon.

c. Pengeringan.

Hidrokarbon yang keluar dari unit ekstraksi soda kostik, dilewatkan ke dalam alat pengering dengan menggunakan silica-alumina sebagai medium pengabsorpsi.

d. Unit super fractionation.

Bahan baku propilena yang sudah kering, selanjutnya dimasukkan ke dalam unit super fractionation. Pertama-tama dilewatkan pada dietanizer column untuk memisahkan propana-propilena dari etana dan senyawa-senyawa ringan.

Kemudian proses selanjutnya dilewatkan ke dalam dipropanizer column, di sini propilena dipisahkan dari propana dan senyawa hidrokarbon yang lebih berat, sehingga diperoleh propilena yang murni.

2. Polimerisasi Propilena.

Sebagai hasil dari penelitian Ziegler dan Natta, pertumbuhan rantai polimer dapat dikendalikan sehingga dapat dibuat polipropilena isotaktik, semua gugus-gugus metil tersusun sangat teratur dan semua terletak pada sisi bidang yang sama dari rantai karbon utama. Polipropilena isotaktik dapat dilihat pada gambar 2.

Polimerisasi cara Ziegler menggunakan katalisator stereo-spesifik seperti titanium triklorida TiCl₃ atau mungkin tetraklorida TiCl₄ yang diikat secara kompleks dengan aluminium trietil Al (C₂H₅)₃ pada tekanan 30 atmosfer, suhu 100°C selama 8 jam menghasilkan polipropilena isotaktik padat sebanyak 80—90%.

Distribusi berat molekul polipropilena sangat luas, perbandingan berat molekul rata-rata berat (M_w) dengan berat molekul rata-rata jumlah (M_n) sangat besar (M_w/M_n = 5—10).

Untuk mendapatkan polipropilena dengan berat molekul tinggi (> 80.000), dilakukan pengendalian terhadap suhu polimerisasi dan zat-zat tambahan yang dapat menghentikan reaksi propagasi. Kemudian polipropilena diekstraksi dengan aseton panas untuk menghilangkan polimer dengan berat molekul rendah yang ikut terbentuk, sehingga dapat dihasilkan polipropilena dengan derajat polimerisasi yang tinggi.

Titik leleh dapat digunakan untuk mengukur ketaktikan. Polipropilena isotaktik yang tidak ditekan, meleleh pada suhu 165°C . Pemberian tekanan memperbaiki kekristalan dan titik lelehnya dapat bertambah tinggi.

Dalam proses polimerisasi harus terdapat zat padat, yang mungkin katalisator itu sendiri atau zat padat lain misalnya silica (atau natrium khlorida) katalisator tersebut yang menempel di permukaannya. Zat padat ini menyerap molekul-molekul monomer satu demi satu dan menyusunnya dalam bentuk aktif menurut gugus ujung rantai polimer yang sedang tumbuh. Rantai polimer yang sedang tumbuh menambah monomer satu demi satu, dan masing-masing disuapkan kepadanya dengan orientasi khusus oleh katalisatornya. Molekul-molekul monomer bereaksi satu sesudah yang lain di antara katalisator dan rantai polimer, menyambung rantai polimer. Dengan demikian katalisator menentukan bentuk rantai polimer yang sedang tumbuh menurut serangkaian pekerjaan yang berulang.

Phase yang padat diperlukan untuk memegang molekul-molekul monomer dalam posisi sedemikian sehingga semua terikat pada rantai menghadap arah yang sama.

Jadi geometri padat dari rantai polimer akhir ditentukan oleh geometri padat monomer dan molekul katalisator, dan katalisator molekul diserap pada suatu permukaan zat padat.

3. Pemintalan Polipropilena.

Polimer yang sudah dihilangkan dari bahan-bahan yang berat molekulnya rendah dilelehkan dan dipintal melalui spinneret.

Pemintalan leleh biasa dilakukan karena murah dan polipropilena dengan derajat polimerisasi (DP) yang tinggi sukar dilarutkan. Sebelum pemintalan, kira-kira 50 persen polimer berbentuk kristalin, tetapi setelah dipintal serat hanya mengandung 33 persen kristalin. Polimer tersebut kemudian ditarik yang akan menaikkan kristalinitas menjadi 47 persen. Kemudian penarikan dihentikan misalnya dengan pemanasan, dimana pada suhu yang lebih tinggi menambah mobilitas molekul-molekul polimer dan memberikan kesempatan untuk mengatur diri dan tersusun lebih baik, sehingga kristalinitas bertambah menjadi 68 persen.

Pemintalan ini menyebabkan serat bersifat birefringent atau mempunyai daya refraksi ganda. Sifat ini akan bertambah dengan adanya proses penarikan. Harga birefringent tertinggi yang dapat dicapai adalah 0,035, sedangkan secara teoritis adalah sebesar 0,067. Perbedaan ini menunjukkan bahwa molekul tidak pernah terbuka sempurna, melainkan berbentuk spiral yang stabil.

Sebagian besar serat polipropilena dipintal sebagai monofilamen, tetapi sebagian juga sudah dibuat sebagai stapel dan multifilamen.

B. PEMBUATAN PELLET.

1. Pencampuran (Compounding).

Pencampuran antara pellet dengan zat-zat oksidator atau pewarna. Menurut kejadian prosesnya dapat dibedakan dalam dua macam yaitu :

- a. Hot blending ialah yang mencampur dua macam atau lebih zat yang dilelehkan dalam proses pencampurannya. Seperti Banbury, Two Roll Mixer dan sebagainya.
- b. Dry blending ialah blender yang mencampur dua atau lebih zat dalam keadaan padat bentuk pellet, chip atau bubuk dalam proses pencampurannya. Seperti Tumbler, Henschel Mixer dan sebagainya.

2. Proses Extrusion.

Proses extrusion disamping untuk meng"extrude"lehan polimer keluar, juga memberikan efek pencampuran yang lebih baik selama dalam barrel extruder.

3. Quenching Proses.

Proses pendinginan dengan tiba-tiba dan terkontrol, dilaksanakan di sini dengan sistim "quench bath". Quench bath adalah bak berisi air dingin dan diletakkan di bawah nozzle/die extruder, sehingga bisa menerima langsung strands molten polymer dengan jarak tertentu (air gap).

Fungsi quench bath adalah untuk mendinginkan dengan tiba-tiba (quenching) strands molten polymer yang keluar dari extruder sampai beku/padat kembali.

4. Proses Pembuatan Pellet.

Proses yang terjadi di sini ialah pemotongan strands yang telah membeku menjadi bentuk pellet. Strands yang ditarik oleh drive roll masuk pada pemotong (cutter) yang berputar, sehingga strands ini teriris menjadi potongan-potongan kecil berupa pellet/chip.

Kecepatan berputar dari drive roll dan cutting dapat diubah-ubah, menurut kebutuhan hasil produksi yang diinginkan. Skema pelletizer, prinsipnya seperti pada gambar 3.

C. PEMBUATAN SERAT POLIPROPILENA.

1. Extrusion dan Take Up.

Proses extrusion ialah proses pengeluaran polimer dalam keadaan cair ber-viskositas tinggi (melt) dengan tidak terputus-putus (kontinu). Untuk maksud tersebut telah ditemukan suatu alat yang dapat memberikan

tekanan/mendorong dalam keadaan panas dengan tidak terputus-putus, alat mana disebut "extruder". Untuk jelasnya, berikut ini digambarkan urutan proses ekstrusi (gambar 4).

2. Proses Finish Oil.

Pemberian finish oil kepada benang filamen bertujuan untuk menghindari terjadinya elektrostatis yang disebabkan karena gesekan benang pada saat penggulungan, selain itu juga mengurangi kekakuan benang.

3. Pembuatan Stapel (Serat-serat Pendek).

Pembuatan serat-serat buatan dalam bentuk stapel dimaksudkan supaya dapat dicampur dengan serat-serat alam. Setengah dari jumlah serat-serat buatan berbentuk stapel, yang dibuat dengan cara memotong-motong filamen menjadi serat-serat yang panjangnya berkisar antara 1 sampai 6 inci.

Pembuatan serat stapel polipropilena dapat dibagi dalam beberapa bagian yaitu :

- Pengisian rak
- Penarikan
- Pembentukan crimp
- Pemotongan dan pembentukan bal.

Proses pembuatan crimp sampai pembentukan bal terlihat pada gambar 5.

4. Pembuatan Multifilamen.

Hasil produksi dari take up unit yang berupa filamen dalam bentuk undrawn yarn, dapat diproses menjadi 2 macam produk yaitu; serat stapel dan benang filamen (drawn yarn). Proses pembuatan multifilamen ada 4 macam yaitu :

- a. Draw twisting
Merupakan suatu proses yang bertujuan untuk mengolah filamen dalam bentuk undrawn menjadi drawn yarn, agar dapat digunakan pada proses selanjutnya baik sebagai bahan baku untuk tekstil maupun non tekstil.
- b. Texturizing
Proses texture dimaksudkan untuk memberikan sifat-sifat khusus terhadap benang filamen agar didapat bahan-bahan jadi yang mempunyai sifat yang lebih baik dan sempurna. Prinsip dari proses ini adalah membuat benang menjadi berkerut (crimp) hingga diperoleh sifat friksi permukaan untuk menghilangkan terjadinya slip antara benang.
- c. Proses flying

Proses ini bertujuan untuk memperoleh benang dengan nomer kehalusan yang tinggi, dengan jalan merangkapkan 2 benang atau lebih pada suatu mesin yang disebut flyer.

d. Proses coning

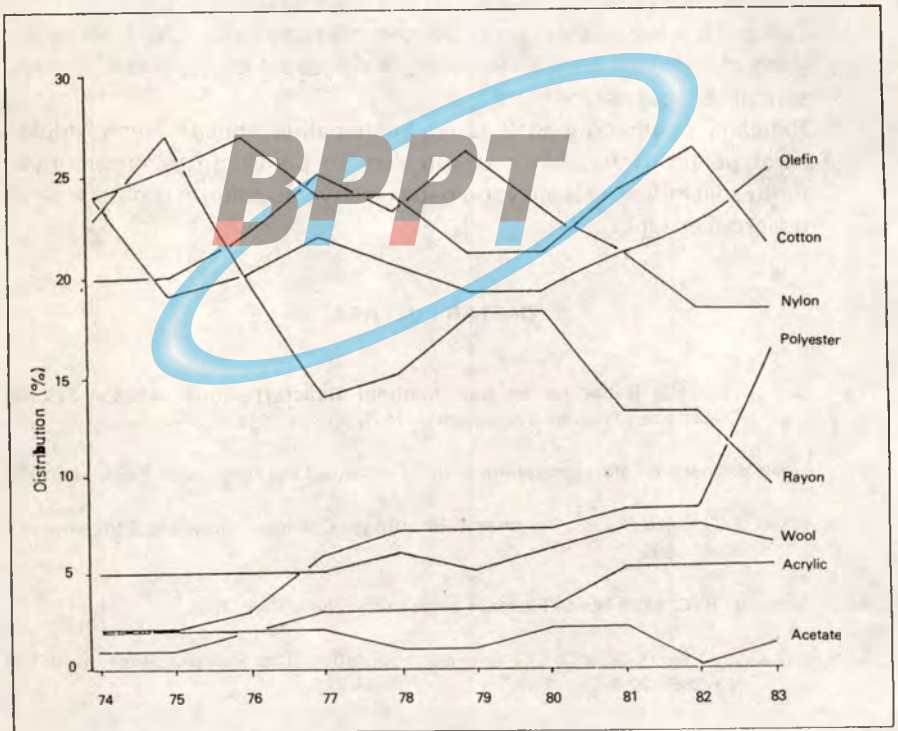
Proses ini bertujuan untuk merubah bentuk pack benang menjadi bentuk cone. Dalam proses ini dapat pula dilakukan perangkapkan tanpa adanya penggitiran. Proses coning biasanya dikerjakan pada benang texture dan benang bernomer tinggi.

KESIMPULAN.

1. Usaha diversifikasi produk tekstil dapat dilakukan dengan jalan memilih beberapa alternatif bahan baku tekstil. Salah satu alternatif adalah serat Polipropilena.
2. Propilena diperoleh dari proses cracking gas alam atau naptha, dan polimerisasinya menggunakan proses Ziegler-Natta.
3. Dilihat dari kebutuhan serat dengan mempertimbangkan harganya yang murah dan banyak tersedia, maka dapat disimpulkan prospek serat ini sangat cerah.
4. Rencana pembangunan 2 (dua) buah pabrik khusus memproduksi serat polipropilena, harus diikuti dengan pemikiran pemasarannya, tentu saja industri tekstil yang dapat menyerap seluruh produksi serat polipropilena ini.

DAFTAR PUSTAKA

1., **Bahan-bahan dari Seminar Dyestuff untuk Industri Tekstil**, Departemen Perindustrian, Jakarta, 11 Desember 1984.
2. Joko Hernowo Ir., **Polypropylene plant**, Pertamina Unit Pengolahan Plaju, Mei 1973.
3. Miles D.C., Briston J.H., **Polymer Technology**, Chemical publishing Company. Inc. York. 1965.
4. Moncrief RW., **Man Made Fibres**, Fourth edition, New York. 1966.
5., Indonesian Commercial Newsletter, **The Polypropilene Industry**, No. 256—22nd Oct. 1984.
6. Suprijono, S. Teks., **Serat-serat Tekstil**, Institut Teknologi Tekstil Bandung, 1973.
7., Textile Organon, Juni 1984.
8., Textile World, Nopember 1984.

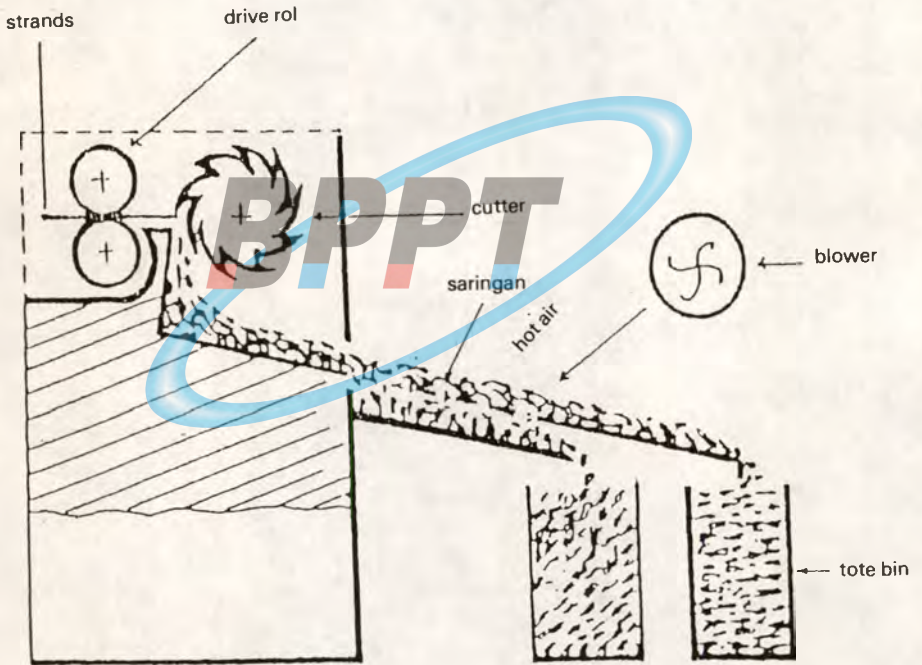


Gambar 1.
Konsumsi serat untuk kaos kaki dunia.

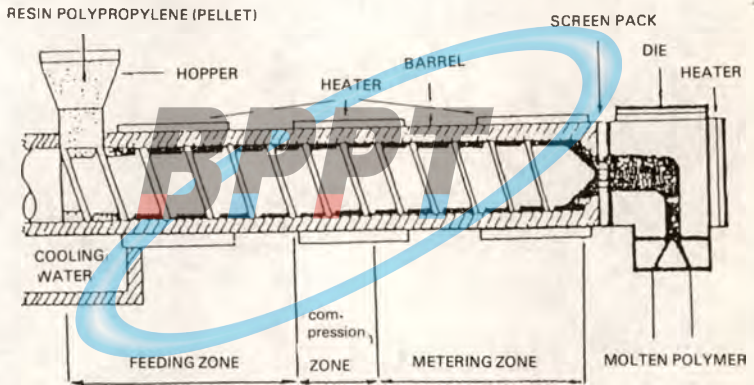


Gambar 2.

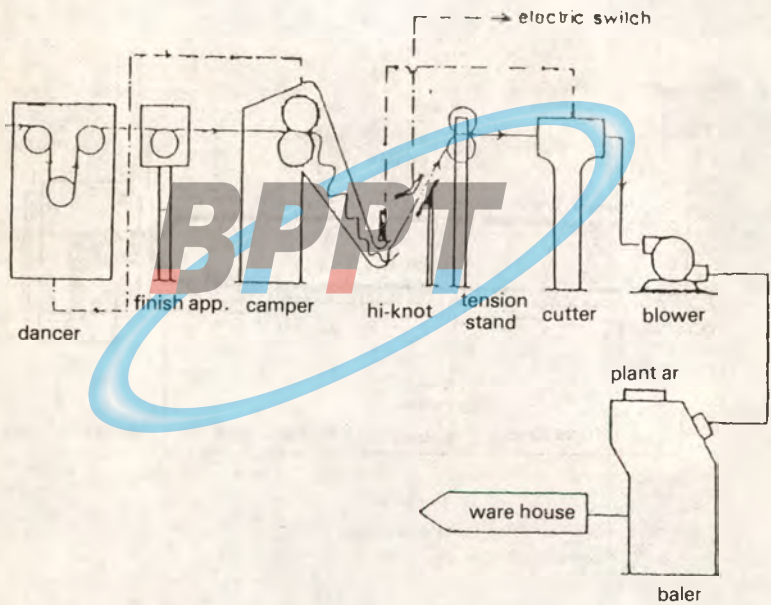
Polipropilena isotaktik.



Gambar 3.
Proses Pembuatan Pellet.



Gambar 4
Flow Proses Extrusi.



Gambar 5.
 Proses Crimp, Pemotongan dan Pembentukan Bal.